

## ОБРАБОТКА ДАННЫХ ИМПУЛЬСНОГО ЯМР ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВОДНЫХ СИСТЕМ

Даниленко А.Ф.<sup>1</sup>, Дьяков А.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Национальный технический университет*

*«Харьковский политехнический институт»,*

<sup>2</sup> *Харьковский государственный университет питания и торговли,*

*г. Харьков*

Одним из основных методов исследования пищевых продуктов является метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В пищевых технологиях большое внимание уделяется оценке состояния воды в продуктах, и эти исследования проводятся на основе применения метода ЯМР.

Проведение исследований основывается на использовании метода спинного эха, предложенного Ханом. В этом методе на исследуемый образец воздействуют двумя радиочастотными импульсами с интервалом  $\tau$  и через время  $2\tau$  появляется сигнал эха, определив амплитуду которого можно вычислить значение  $T_2$ .

Однако, метод Хана позволяет определить значение  $T_2$  когда за время  $T_2$  молекулы воды не движутся. В случае повышенного влагосодержания это условие не выполняется, т.к. молекулы находятся в состоянии непрерывного теплового движения.

Повысить точность определения  $T_2$  можно двумя путями: путем улучшения методики обработки информации с целью повышения точности вычисления значения  $T_2$  либо уменьшения доработкой аппаратной части ЯМР путем реализации многоимпульсной последовательности Карра-Парсела.

Проведено моделирование обработки данных сигнала импульсного ЯМР, выявление факторов, влияющих на погрешность определения времени спин-спиновой релаксации  $T_2$  при исследовании водных систем пищевых продуктов. Анализ точности вычисления  $T_2$  показал высокую чувствительность погрешности оценки результатов вычислений к ошибкам измерения амплитуды сигнала ЯМР. Повышение числа экспериментов с целью уменьшения погрешности измерений приводит к увеличению времени исследований.

Для уменьшения влияния коэффициента самодиффузии на результат измерения  $T_2$  необходимо последовательность Хана преобразовать в многоимпульсную последовательности Карра-Парсела.

Принято решение провести доработку аппаратной части спектрометра ЯМР с целью реализации многоимпульсной последовательности Карра-Парсела. Исходя из конфигурации аппаратной части ЯМР, было решено ее дополнить блоком цифровой обработки, на который будут подаваться необходимые сигналы от генераторов импульсов и вырабатываться необходимые управляющие сигналы.

Реализация блока цифровой обработки импульсных сигналов выполнено на ПЛИС, что позволит сравнительно просто видоизменять параметры многоимпульсной последовательности с целью отработки алгоритма ее функционирования в составе схемы управления спектрометром ЯМР.